

JP 9291415

Patent number:	JP9291415
Publication date:	1997-11-11
Inventor:	OHAMA TOSHIO; YAMADA SATORU
Applicant:	TOSOH CORP
Classification:	
- international:	D01F6/04
- european:	
Application number:	JP19960105516 19960425
Priority number(s):	
Abstract of JP9291415	

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a fiber having an ultrahigh elasticity and a high strength.  
SOLUTION: This fiber having an ultrahigh elasticity and a high strength is obtained by using a high molecular weight ethylene homopolymer or a copolymer of ethylene with  $\leq 0.5\text{mol}\%$   $\alpha$ -olefin having  $\geq 30 \times 10^4$  viscosity-average molecular weight ( $M_v$ ) and the ratio ( $M_w/M_n$ ) of weight average molecular weight ( $M_w$ ) to number average molecular weight ( $M_n$ ) of  $\leq 3$ .

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-291415

(43)公開日 平成9年(1997)11月11日

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

D 0 1 F 6/04

D 0 1 F 6/04

B

審査請求 未請求 請求項の数1

O L

(全6頁)

(21)出願番号 特願平8-105516

(22)出願日 平成8年(1996)4月25日

(71)出願人 000003300

東ソー株式会社

山口県新南陽市開成町4560番地

(72)発明者 大浜 俊生

三重県桑名市西別所1700-68

(72)発明者 山田 悟

三重県三重郡菰野町田口新田1659

(54)【発明の名称】 ポリエチレン系超高弾性率高強度繊維

(57)【要約】

【課題】 超高弾性率高強度繊維を提供する。

【解決手段】 粘度平均分子量 ( $M_v$ ) が  $3.0 \times 10^4$  以上であり、重量平均分子量 ( $M_w$ ) と数平均分子量 ( $M_n$ ) の比 ( $M_w/M_n$ ) が3以下であることを特徴とする高分子量のエチレン単独重合体またはエチレンと0.5モル%以下の $\alpha$ -オレフィンとの共重合体から超高弾性率高強度繊維を得る。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 粘度平均分子量 ( $M_v$ ) が  $3.0 \times 10^4$  以上であり、重量平均分子量 ( $M_w$ ) と数平均分子量 ( $M_n$ ) の比 ( $M_w/M_n$ ) が3以下であることを特徴とする高分子量のエチレン単独重合体またはエチレンと0.5モル%以下の $\alpha$ -オレフィンとの共重合体から得られる超高弾性率高強度繊維。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ポリエチレン系の繊維材料に関するものである。さらに詳しくは、分子量分布が狭く、高分子量のエチレン単独重合体またはエチレンと0.5モル%以下の $\alpha$ -オレフィンとの共重合体（以下、これらをポリエチレン系重合体と略す。）から得られる超高弾性率高強度繊維に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、分子量が  $1.0 \times 10^4$  を越えるような高分子量のポリエチレン系重合体は、ハロゲン化マグネシウム、酸化マグネシウム、水酸化マグネシウムなどの各種無機マグネシウム化合物を担体として、これにチタンまたはバナジウムなどの遷移金属化合物を担持させた触媒を用いて製造されている。しかしながら、これらの公知技術で得られる高分子量のポリエチレン系重合体の重合粉末は、そのかさ密度が一般に小さく、粉末粒子の粒径分布も広く、しかも粉末粒子にフィブリルが生成し、溶剤に溶解し難い。この中で、溶剤溶解性に劣る点は、近年、要求が高まりつつあるゲル紡糸等で製造される高分子量のポリエチレン系重合体を用いた超高弾性率高強度繊維の製造にとって大きな障害となり、この分野に対しては、高分子量化しても溶剤溶解性に優れる重合粉末を得ることが技術的な課題の一つとなっている。

【0003】一方、高分子量のポリエチレン系重合体を用いた超高弾性率高強度繊維は、その名が示す通り、弾性率と繊維破断強度が重要な材料性能となる。この中で、弾性率は繊維試料におけるポリエチレン系重合体の結晶化度と分子配向度が重要な因子となるが、このような超高弾性率高強度繊維の場合は、繊維中のポリエチレン系重合体の分子鎖は繊維方向にほぼ完全に一軸配向していることから、結晶化度が重要な因子となる。それに対して、繊維破断強度の場合は分子末端の構造欠陥がその特性を決定する。したがって、繊維破断強度にとっては分子量が重要な因子で、特に数平均分子量 ( $M_n$ ) が小さい場合は繊維破断強度にとっては不利となる。その意味で、同じ重量平均分子量 ( $M_w$ ) のものでも数平均分子量 ( $M_n$ ) が小さい、すなわち分子量分布が広いものは繊維破断強度の面で好ましくない。従来の高分子量のポリエチレン系重合体は、上記の溶剤溶解性に劣る点に加えて、分子量分布が広がる。したがって、より大きな繊維破断強度が必要とされる場合には、それに対応したい面がある。従来のポリエチレン系重合体におい

ても、繊維破断強度は、その平均分子量を大きくすることによってある程度大きくすることはできるが、その場合、従来の高分子量のポリエチレン系重合体は、ますます溶剤溶解性が劣ることになる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】そこで、超高弾性率高強度繊維用の高分子量ポリエチレン系重合体は、従来の高分子量ポリエチレン系重合体と同等の重量平均分子量 ( $M_w$ ) を有するとともに、繊維破断強度を向上させる方向を見い出すことが望まれていた。

【0005】本発明は、より大きな繊維破断強度を有する超高弾性率高強度繊維を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意検討を行った結果、特定の粘度平均分子量を有し、かつ、従来のものに比べて著しく分子量分布が狭い、高分子量のエチレン単独重合体またはエチレンと0.5モル%以下の $\alpha$ -オレフィンとの共重合体から得られる超高弾性率高強度繊維が、課題を解決できるものであることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】すなわち本発明は、粘度平均分子量 ( $M_v$ ) が  $3.0 \times 10^4$  以上であり、重量平均分子量 ( $M_w$ ) と数平均分子量 ( $M_n$ ) の比 ( $M_w/M_n$ ) が3以下であることを特徴とする高分子量のエチレン単独重合体またはエチレンと0.5モル%以下の $\alpha$ -オレフィンとの共重合体から得られる超高弾性率高強度繊維に関するものである。

【0008】以下に、本発明を詳細に説明する。本発明のポリエチレン系超高弾性率高強度繊維を得るために使用するポリエチレン系重合体は、エチレンの単独重合体またはエチレンと0.5モル%以下の $\alpha$ -オレフィンとの共重合によって得られるエチレン・ $\alpha$ -オレフィン共重合体、およびそれらの混合物のいずれであってもよい。ここで、 $\alpha$ -オレフィンとしては炭素数3~20のものであり、例えば、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、1-ヘキセン、4-メチル-1-ペンテン、1-ヘプテン、1-オクテン、1-ノネン、1-デセン、1-ウンデセン、1-ドデセン、1-トリデセン、1-テトラデセン、1-ペンタデセン、1-ヘキサデセン、1-ヘプタデセン、1-オクタデセン、1-ノナデセン、1-エイコセンなどが挙げられ、これらの1種もしくは2種以上が用いられる。中でも入手の容易さからプロピレン、1-ブテン、1-ヘプテン、1-ヘキセン、1-オクテンなどが好ましい。

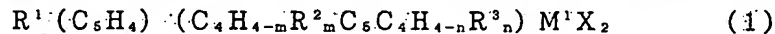
【0009】ここで、 $\alpha$ -オレフィン含量は、共重合体全体の0.5モル%以下である。 $\alpha$ -オレフィン含量が0.5モル%を越えると、得られるエチレン・ $\alpha$ -オレフィン共重合体の結晶化度が低下し、要求性能の一つである繊維の弾性率が低下してしまうので好ましくない。

【0010】また、本発明のポリエチレン系超高弾性率高強度繊維を得るために使用するポリエチレン系重合体は、粘度平均分子量 ( $M_v$ ) が  $3.0 \times 10^4$  以上、好ましくは  $5.0 \times 10^4$ 、さらに好ましくは  $1.00 \times 10^5$  以上である。 $M_v$  が  $3.0 \times 10^4$  未満の場合は、弾性率はその繊維に要求される性能を満足するが、繊維破断強度が十分でなく、好ましくない。また、 $M_v$  が  $1.00 \times 10^5$  未満の場合は、用途によっては繊維破断強度が十分でない場合があるため、得られた超高弾性率高強度繊維を各種用途に対して安定的に使用するためには、 $M_v$  が  $1.00 \times 10^5$  以上のいわゆる超高分子量のポリエチレン系重

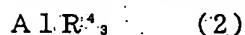
\*合体が特に好ましい。

【0011】さらに、本発明のポリエチレン系超高弾性率高強度繊維を得るために使用するポリエチレン系重合体は、重量平均分子量 ( $M_w$ ) と数平均分子量 ( $M_n$ ) の比 ( $M_w/M_n$ ) が3以下である。 $M_w/M_n$  が3より大きい場合は、ポリエチレン系重合体の  $M_w$  が同等でも  $M_n$  が小さくなり、得られる繊維の繊維破断強度が小さくなってしまい、好ましくない。

【0012】本発明のポリエチレン系超高弾性率高強度繊維を得るために使用するポリエチレン系重合体は、例えば、無機化合物担体に、下記一般式 (1)



【式中、 $R^1$  は  $(C_5H_4)$  基と  $(C_4H_4-mR^2_mC_6C_4H_4-nR^3_n)$  基を架橋し、一般式 (1) で表される化合物の立体剛性を高めるアリール基含有炭化水素基、シランジイル基またはゲルマンジイル基であり、 $(C_5H_4)$  基はシクロペンタジエニル基であり、 $(C_4H_4-mR^2_mC_6C_4H_4-nR^3_n)$  基は置換フルオレニル基であり、 $R^2$  および  $R^3$  は置換フルオレニル基のベンゾ環部分上の置換基であり、各々同一でも異なってもよく、炭素数1~20のアミノ基もしくは酸素含有炭化水素基またはハロゲンであり、 $M^1$  はチタニウム、ジルコニウムまたはハフニウムであり、 $X$  は各々独立して水素原子、炭化水素基、炭素数1~20のアミノ基もしくは酸素含有炭化水素基またはハロゲンであり、 $m$  は0~4の整数であり、 $n$  は0~4の整数であり、 $m+n$  は1以上である。】で表されるメタロセン化合物を担持したメタロセン担持成分と下記一般式 (2)

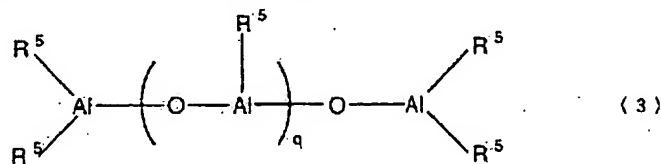
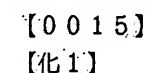


【式中、 $R^4$  は各々独立して水素原子、炭素数1~20のアシル基である。】で表されるアルキルアルミニウム

※ム化合物からなるメタロセン担持触媒、またはさらに水とからなるメタロセン担持触媒を用いて、 $-70 \sim 120^\circ\text{C}$  の温度、 $0.5 \sim 100 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$  の圧力で、エチレンを単独重合、あるいはエチレンと炭素数3~20の $\alpha$ -オレフィンとを共重合することによって、高い触媒活性で製造される。

【0013】ここで、無機化合物担体としては特に制限はないが、シリカ、アルミナ、マグネシア、ゼオライトなどの無機酸化物、前記無機酸化物のハロゲン置換体、前記無機酸化物のホウ素化合物置換体、塩化マグネシウムなどの無機塩化物、モンモリロナイト、サポナイト、ヘクトライトなどの粘土鉱物および前記粘土鉱物をその層間にカチオンを導入可能な化合物で処理した変性粘土などを例示することができる。

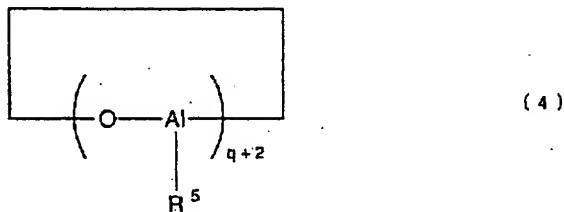
【0014】さらに、高い触媒活性で、高分子量のポリエチレン系重合体を得る場合には、上記無機化合物担体、メタロセン化合物と下記一般式 (3)



【0016】および/または下記一般式 (4)

【0017】

【化2】



【0018】【式中、 $R^5$  は各々独立して水素原子、炭素数1~20のアシル基または炭素数6~20のアリール基、アリールアルキル基もしくはアルキルアリール基であり、 $q$  は2~50の整数である。】で表されるアルミノキサンからなるメタロセン担持触媒、またはさら

にアルキルアルミニウム化合物とからなるメタロセン担持触媒を用いて、上記と同様の条件下で製造することができる。

40 【0019】本発明の超高弾性率高強度繊維を得るために使用するポリエチレン系重合体は、上記メタロセン担持触媒を用いて、溶液状態、懸濁状態または気相状態で重合することによって得ることができる。この場合、高い触媒活性でポリエチレン系重合体を得ること、およびさらにかき密度の大きなポリエチレン系重合体を得るためには、重合温度は $-70 \sim 120^\circ\text{C}$ 、好ましくは $0 \sim 100^\circ\text{C}$ 、さらに好ましくは $30 \sim 90^\circ\text{C}$  の温度で、重合時の圧力は $0.5 \sim 100 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ 、好ましくは $1 \sim 80 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ 、さらに好ましくは $5 \sim 50 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$  である。

【0020】本発明において、ポリエチレン系重合体を得るための重合を溶液状態または懸濁状態で実施する場合、重合溶媒としては一般に用いられる有機溶剤であればいずれでもよく、具体的には、クロロホルム、塩化メチレン、四塩化炭素などのハロゲン化炭化水素、プロパン、*n*-ブタン、イソブタン、*n*-ペンタン、*n*-ヘキサン、*n*-ヘプタン、*n*-オクタン、*n*-ノナン、*n*-デカンなどの炭素数3~20の脂肪族炭化水素、ベンゼン、トルエン、キシレンなどの炭素数6~20の芳香族炭化水素などを用いることができ、さらにはエチレンもしくは炭素数3~20の $\alpha$ -オレフィン自身を溶媒として用いることもできる。

【0021】また、本発明のポリエチレン系超高弾性率高強度繊維を得るために使用するポリエチレン系重合体の分子量は、重合温度、メタロセン化合物の種類または触媒成分の使用割合等の重合条件を変えることによって調整できるほか、重合系に水素を添加することによって調整できる。

【0022】本発明に使用するポリエチレン系重合体の重合粉末には、例えば、フェノール系安定剤、有機フォスファイド系安定剤、有機チオエーテル系安定剤、高級脂肪酸の金属塩等の安定剤などの安定剤を本発明の目的を損なわない範囲、例えば、ポリエチレン系重合体10重量部に対して0.5重量部程度までならば添加することができる。

【0023】本発明における超高弾性率高強度繊維は、上記のメタロセン担持触媒を用いて製造されたポリエチレン系重合体を用いて製造される。本発明の目的を満足する繊維を作製するための方法としては、例えば、上記ポリエチレン系重合体の準希薄溶液（ポリマー濃度1重量%以上）を急冷して得られるゲルを延伸する、いわゆるゲル延伸法や、上記ポリエチレン系重合体の希薄溶液（ポリマー濃度0.2重量%以下）から単結晶を析出させ、その単結晶集合物の乾燥試料から固相共押出と引張延伸を組み合わせた2段延伸法などが知られている。工業的には、ゲル延伸法を応用したプロセスで製造されるのが一般的である。

【0024】

【実施例】以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0025】ここで、実施例および比較例に用いたポリエチレン系重合体の諸特性は、以下の方法により測定した。

【0026】1. 粘度平均分子量 ( $M_v$ ) : 極限粘度  $[\eta]$  は、ASTM D 1601-86 (1990年) に準拠し、135°Cのオルトジクロロベンゼン中で測定した。粘度平均分子量 ( $M_v$ ) は、下記式 (5) に上記極限粘度  $[\eta]$  を代入して算出した。

【0027】

$[\eta] = 5.05 \times 10^{-4} \times M_v^{0.693}$  (5)

2. 重量平均分子量 ( $M_w$ )、数平均分子量 ( $M_n$ ) :  $M_w$ ,  $M_n$  は、ゲル・パーミエーション・クロマトグラフィー (GPC) によって測定した。GPC装置としてWaters 150C ALIC/GPCを用い、カラムとしては東ソー (株) 製 GMH-HR-H (S) を用い、カラム温度を145°Cに設定し、溶離液として1-クロロナフタレンを用いて測定した。測定試料は0.08mg/ミリリットルの濃度で調整し、200マイクロリットル注入し測定した。分子量の検量線は、ユニバーサルキャリブレーション法により、分子量既知のポリスチレン試料 (絶対分子量=2600~8640000の範囲) を用いて校正されている。

【0028】〔繊維の製造〕工業的にはゲル紡糸法で製造されるのが一般的であるが、ここでは単結晶集合物の乾燥試料の2段延伸法によって繊維を作製した。製造工程は、以下に示す通りである。まず、ポリエチレン系重合体のキシレン希薄溶液を作製する。溶液の濃度は0.2重量%で、135°Cで30分溶解させた後に、直ちに80°Cのオイルバス中に入れ、そのままの状態48時間放置し、ポリエチレン系重合体の単結晶浮遊物を作製した。その後、これを平坦なヌツチェを用いて濾過し、メタノールで洗浄した後に、上から一定の荷重を加え、吸引濾過を続けた。それによって、フィルム状の単結晶集合試料が得られることになり、その後、荷重を加えたまま60°Cで48時間真空乾燥して、その単結晶集合物の乾燥試料を得た。

【0029】2段延伸法における1段目の延伸は、このフィルム状単結晶集合試料から幅5mmの短冊状試料を切り出し、それを一般的な高密度ポリエチレンからなる直径10mmの円柱状試料を縦方向に半分に割ったものにはさみ込み、これらの円柱状試料を押出すことによって、短冊状試料も同時に押し出されることになる。すなわち、共押出法である。押出しに用いたダイスは、短冊状試料の延伸倍率が約6倍となるようなものを用いたが、実際の延伸倍率は、延伸前後のマーカ間の長さの変化から求めた。押出し温度は125°Cとした。

【0030】2段目の延伸は、1段目で共押出されたテープ状試料を125°Cで引張延伸した。延伸は、高温槽付きの引張試験機を用いて行った。延伸倍率は、延伸前後のマーカ間の長さの変化から求めた。2段延伸による総延伸倍率は、1段目の共押出延伸による延伸倍率と2段目の引張延伸による倍率を掛け合わせたものとした。今回は、上記の方法で、その総延伸倍率が約200または150となる繊維を作製した。

【0031】〔物性評価〕ここでは、上記延伸繊維の引張弾性率と引張破断強度を測定した。

【0032】1. 引張弾性率

得られた繊維の引張弾性率は、引張試験機を用いて、室温で測定した。測定における初期歪速度は  $1 \times 10^{-3}$  と

した。引張弾性率は、得られた応力-歪曲線における初期直線領域の勾配から見積った。

#### 【0033】2. 繊維破断強度

得られた繊維の繊維破断強度は、引張試験機を用いて、引張破断強度を評価した。測定は室温で行った。測定における初期歪速度は $1 \times 10^{-2}$ とした。引張破断強度は、得られた繊維破断時の応力より見積った。

【0034】以下に、各実施例および比較例を説明する。

【0035】実施例1で用いたポリエチレン系重合体は、エチレン単独重合体(A1)である。始めに、(A1)の製造方法を示す。

【0036】[メタロセン担持触媒の調整] 3.00ミリリットルシュレンク管に、富士デヴィソン製シリカ(F952) 13gを導入し、減圧下、 $180^{\circ}\text{C}$ で5時間乾燥した。このシュレンク管に、トルエン85ミリリットルを導入し、続いて室温で攪拌しながらメチルアルミノキサンのトルエン溶液(アルミニウム濃度: 1.51モル/リットル) 4.0ミリリットルを滴下した。得られた懸濁液を $50^{\circ}\text{C}$ でさらに2時間攪拌し、その後、1時間室温で静置し、上澄み液を除去した。得られた固体をトルエン2.0ミリリットルで2回洗浄し、再びトルエン4.0ミリリットルを導入した。得られた懸濁液に、攪拌しながら室温で、トルエン4.0ミリリットルに溶解したジフェニルメチレン(シクロペンタジエニル)(2-ジメチルアミノフルオレニル)ジルコニウムジクロライド 0.82g(1.37ミリモル)を滴下した。得られた懸濁液を室温でさらに4時間攪拌し、その後、16時間室温で静置し、上澄み液を除去した。得られた固体をトルエン4.0ミリリットルで洗浄し、デカン4.0ミリリットルを導入した。得られた懸濁液に、室温で攪拌しながらメチルアルミノキサンのトルエン溶液(アルミニウム濃度: 1.51モル/リットル) 5.0ミリリットルを滴下し、さらに室温で20分間攪拌した。得られた懸濁液の液体成分を減圧下、 $100 \sim 110^{\circ}\text{C}$ の温度で蒸発させることによって、赤色固体であるメタロセン担持触媒を得た。元素分析の結果、得られたメタロセン担持触媒には、メタロセン担持触媒1g当り、メタロセン化合物が45マイクロモル、アルミニウムが6.7ミリモル担持されていた。

【0037】[エチレンの重合] 2リットルのオートクレープに、n-ヘキサン1200ミリリットルおよびn-ブチルリチウムのヘキサン溶液(1.6モル/リットル) 0.19ミリリットルを導入した後、攪拌しながらオートクレープの内温を $75^{\circ}\text{C}$ に昇温し、エチレンの全圧が $35 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ になるまで導入した。続いて、このオートクレープ内に、上記メタロセン担持触媒10.0mgを窒素 $40 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ とともに圧入し、重合を開始した。重合中、全圧が $40 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ に保たれるようにエチレンを連続的に導入した。ま

た、重合温度は $80^{\circ}\text{C}$ とした。重合開始90分後にオートクレープの内圧を $0 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ まで脱圧し、重合を終了した。オートクレープの内容物を濾過し、得られたエチレン単独重合体を減圧下、室温で24時間乾燥した。結果として、240gのエチレン単独重合体(A1)が得られた。

【0038】実施例1として、表1には、(A1)の粘度平均分子量( $M_v$ )、重量平均分子量( $M_w$ )/数平均分子量( $M_n$ )を示す。表2には、(A1)から上記の方法で製造された総延伸倍率約200の延伸繊維の引張弾性率と引張破断強度を示す。

【0039】比較例1は、実施例1で用いたエチレン単独重合体(A1)とほぼ同じ $M_v$ および $M_w$ を有するバナジウム系触媒で得られたエチレン単独重合体(B1)から上記の方法で作製された繊維である。表1には、(B1)の $M_v$ および $M_w/M_n$ を示し、表2には、(B1)から上記の方法で作製された総延伸倍率約200の延伸繊維の引張弾性率と引張破断強度を示す。

【0040】実施例2で用いたポリエチレン系重合体は、エチレン単独重合体である。重合温度を $60^{\circ}\text{C}$ としたこと以外は、実施例1と同様の方法で重合した。結果として、280gのエチレン単独重合体(A2)が得られた。表1には、(A2)の $M_v$ および $M_w/M_n$ を示し、表2には、(A2)から上記の方法で作製された総延伸倍率約200の延伸繊維の引張弾性率と引張破断強度を示す。

【0041】比較例2は、実施例2で用いたエチレン単独重合体(B2)とほぼ同じ $M_v$ および $M_w$ を有するバナジウム系触媒で得られたエチレン単独重合体(B2)から上記の方法で作製された繊維である。表1には、(B2)の $M_v$ および $M_w/M_n$ を示し、表2には、(B2)から上記の方法で作製された総延伸倍率約200の延伸繊維の引張弾性率と引張破断強度を示す。

【0042】実施例3で用いたポリエチレン系重合体は、エチレン単独重合体である。エチレンの重合において、n-ブチルリチウムのヘキサン溶液(1.6モル/リットル) 0.19ミリリットルの代わりにアルキルアルミニウムのヘキサン溶液(0.71モル/リットル) 0.7ミリリットルを用いたこと以外は、実施例1と同様の方法で重合した。結果として、230gのエチレン単独重合体(A3)が得られた。

【0043】表1には、(A3)の $M_v$ および $M_w/M_n$ を示し、表2には、(A3)から上記の方法で作製された総延伸倍率約150の延伸繊維の引張弾性率と引張破断強度を示す。

【0044】比較例3は、実施例3で用いたエチレン単独重合体(A3)とほぼ同じ $M_v$ および $M_w$ を有するバナジウム系触媒で得られたエチレン単独重合体(B3)から上記の方法で作製された繊維である。表1には、(B3)の $M_v$ および $M_w/M_n$ を示し、表2には、(B3)

から上記の方法で作製された総延伸倍率約150の延伸 \* 【0045】  
 繊維の引張弾性率と引張破断強度を示す。 \* 【表1】

記号	$[\eta]$ (dl/g)	$M_v(\times 10^{-4})$	$M_w(\times 10^{-4})$	$M_n(\times 10^{-4})$	$M_w/M_n$
(A1)	9.9	156	142	56	2.5
(A2)	16.7	332	269	100	2.7
(A3)	6.4	84	71	27	2.6
(B1)	12.0	206	159	34	4.7
(B2)	15.5	298	230	22	10.5
(B3)	8.1	77	53	7	7.6

【0046】

※ ※ 【表2】

実施例 比較例	記号	延伸倍率	引張弾性率 GPa	引張破断強度 GPa
実施例1	(A1)	200	195	5.2
比較例1	(B1)	200	183	3.9
実施例2	(A2)	200	207	6.7
比較例2	(B2)	200	192	4.4
実施例3	(A3)	150	151	3.4
比較例3	(B3)	150	144	2.3

【0047】

【発明の効果】以上述べた通り、本発明のポリエチレン  
 系重合体からなる超高弾性率高強度繊維は、従来のポリ

エチレン系重合体から得られる同様の繊維に比べて、引  
 張弾性率と引張破断強度が向上したものである。